

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift

10 DE 44 35 759 A 1

51 Int. Cl.⁶:

F 16 C 29/04

F 16 H 25/22

F 16 N 15/00

B 23 Q 1/40

21 Aktenzeichen: P 44 35 759.1

22 Anmeldetag: 6. 10. 94

43 Offenlegungstag: 13. 4. 95

DE 44 35 759 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

07.10.93 JP 5-54555

12.10.93 JP 5-254401

25.10.93 JP 5-266449

71 Anmelder:

NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing.Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;
Klitzsch, G., Dipl.-Ing.; Vogelsang-Wenke, H.,
Dipl.-Chem. Dipl.-Biol.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,
80538 München

72 Erfinder:

Tsukada, Toru, Maebashi, Gunma, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lineare Bewegungsmaschine mit einem Schmiermittelzuführteil

57 In einer linearen Bewegungsmaschine, in der eine Anzahl von Rollelementen zwischen einer sich linear erstreckenden Führungswelle und einem Bewegungskörper, der sich linear bewegt, während er durch die Führungswelle geführt wird, zwischengefügt sind, und wobei die Elemente entlang Elementenrollnuten in dem Bewegungskörper zirkulieren, während sie innerhalb der Nuten rollen, ist ein Schmiermittelzuführteil, das aus einem schmiermittelenthaltenden Polymer hergestellt ist, nahe einem belastungsaufnehmenden Flächenteil der Elementenrollnuten angeordnet. Das Schmiermittel wird aus dem Schmiermittelzuführteil herausgedrückt und automatisch zu den Elementenrollnuten und den Elementen zugeführt. Eine stabile Schmierung der Maschine wird für eine lange Zeitdauer sichergestellt.

DE 44 35 759 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Sachgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine lineare Bewegungsmaschine, wie beispielsweise eine lineare Führungsmaschine, eine Kugelumlaufspindelmaschine (ball screw nut machine) oder eine Kugelkeilwellenmaschine. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine lineare Bewegungsmaschine mit einem Schmiermittelzuführteil, das für eine stabile, automatische Zuführung eines Schmiermittels für eine lange Zeit zu einer Anzahl von Elementen, die innerhalb eines sich bewegenden Körpers, wie eine der Komponenten, die die lineare Bewegungsmaschine bilden, geeignet ist.

Stand der Technik

Eine Familie von Antriebsmaschinen, die typischerweise eine Kugelumlaufspindelmaschine zum linearen Antrieb eines Maschinenteils umfaßt, eine Familie von Führungsmaschinen, die typischerweise eine lineare Führungsmaschine zum Tragen eines Maschinenteils, z. B. eines X-Y-Tisches, umfaßt, die zu der Kombination dieser Familien gehören, und dergleichen sind für lineare Bewegungsmaschinen, die gewöhnlich verwendet werden, bekannt. Jede dieser Maschinen ist so aufgebaut, daß eine Anzahl von Rollelementen zwischen einer sich linear erstreckenden Führungswelle und einem sich bewegendem Körper, der sich linear bewegt, während er durch die Führungswelle geführt wird, zwischengefügt sind, und die Elemente zirkulieren entlang Elementenrollnuten, die in dem Bewegungskörper gebildet sind, während sie innerhalb der Elementenrollnuten rollen. Mit diesem Aufbau läuft der Bewegungskörper weich und stabil.

Eine lineare Führungsmaschine, die gewöhnlich verwendet wird, umfaßt eine sich axial erstreckende Führungsschiene 1 mit Rollkörper-Rollnuten 3 an den Außenseiten, einem Gleitteil 2, das reitend auf der Führungsschiene 1, wie dies in den Fig. 3 und 4 dargestellt ist, angebaut ist. Das Gleitteil 2 umfaßt eine Gleitteilpassung 2A und Endkappen 2B, die an beiden Enden der Gleitteilpassung angebracht sind. Elementenrollnuten 5 sind an den Innenseiten von Schenkeln 4 der Gleitteilpassung an Stellen davon gebildet, die zu den Nuten 3 der Führungsschiene 1 hin gerichtet sind. Weiterhin führen Elementenrückfuhrdurchgangswege 6 durch die dicken Bereiche der Schenkel 4 hindurch. Jede der Kappen 2B umfaßt gekrümmte Durchgangswege 7, die jeweils die Elementenrollnuten 5 der Gleitteilpassung 2A zu den Rückfuhrdurchgangswegen 6, die sich parallel zu den Elementenrollnuten 5 erstrecken, verbinden. Die Elementenrollnuten 5, die Rückfuhrdurchgangswege 6 und die gekrümmten Durchgangswege 7, die an beiden Enden davon gebildet sind, wirken so zusammen, um Elementenzirkulationsdurchgangswege zu bilden. Die Zirkulationsdurchgangswege sind mit einer Anzahl von Kugeln 8 als Rollelemente aufgefüllt. Innerhalb der Elementenrollnuten 5 des Gleitteils 2 werden die Elemente 8 durch Drahtrückhalteteile H gehalten, so daß sie nicht aus den Nuten herausgeschoben werden.

Das Gleitteil 2, das mit den Elementen 8 beladen ist, wird an die Führungsschiene 1 angebaut, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. In der zusammengebauten Struktur

ist ein Spalt 15 zwischen der äußeren Oberfläche der Führungsschiene 1 und der inneren Oberfläche des Gleitteils 2 vorhanden. Das Gleitteil 2, das so an der Führungsschiene 1 angebaut ist, bewegt sich weich entlang der Führungsschiene 1 mit der Hilfe der Elementenrollbewegung der Elemente 8 Innerhalb des Zwischenraums, der durch die kombinierten, sich gegenüberliegenden Nuten 3 und 5 festgelegt wird.

Seitendichtungen 9 sind an beiden Enden des Gleitteils 2 befestigt und Unterdichtungen 10 sind an den Unterseiten des Gleitteils 2 zu dem Zweck des Abhaltens von Staub bzw. Verunreinigungen, die in das Gleitteil gelangen, befestigt (nur eine Dichtung ist für diese Seiten- und Unterdichtungen dargestellt).

Schmiermittel, wie beispielsweise Fett oder Schmieröl, wird zu dem Gleitteil 2 über einen Schmiernippel G zugeführt, der an einem Schmiermittelzuführanschluß 11 der Endkappe 2B befestigt ist. Schmiermittel L führt durch einen Öldurchgangsweg 12, der an der Rückseite der Kappe 2B gebildet ist, und durch eine Öffnung einer Rückfuhrführung 13 hindurch und tritt in die gekrümmten Durchgangswege 7 ein und hält die Elemente 8, die sich entlang der Durchgangswege durch Umdrehen bewegen. Das Schmiermittel L, das an den Elementen 8 anhaftet, wird in die Elementenrollnuten 5 mit der Bewegung der Elemente eingeführt. Danach strömt das Schmiermittel aus dem Gleitteil durch Spalte heraus, die den Seitendichtungen 9 und den Unterdichtungen 10 zugeordnet sind. Ein direktes Schmiermittelzuführverfahren, in dem Schmiermittelöl oder Fett als Schmiermittel direkt zu dem Gleitteil über den Schmiernippel G des Gleitteils 2 zugeführt wird, wird für die herkömmliche, lineare Führungsmaschine eingesetzt. Aufgrund dessen besitzt die Maschine die nachfolgenden Probleme, die zu lösen sind.

1) Wenn die Leitungen zur Zuführung von Schmiermittelöl verstopft werden, wird das Schmiermittel nicht zu den Elementenrollnuten zugeführt. Unter diesem Zustand findet eine abnormale Abnutzung in der Maschine statt. Die Maschine altert und deren Lebensdauer wird verkürzt.

2) Das Schmiermittel strömt in der Richtung, in der die Schwerkraft wirkt. Um das Schmiermittel in der Richtung entgegen der Schwerkraft zu führen, ist ein Druck erforderlich. Dies gestaltet es schwierig, den Schmiermittelzuführkreis aufzubauen. Wenn das Schmiermittel aus einem Spalt leckt, kann der Druck nicht erhöht werden. Die Schmiermittelströmung in der Richtung entgegen der Schwerkraft stoppt. Demzufolge schlägt die Zuführung von Schmiermittel zu den Elementen fehl.

3) Es wird kein Mittel gebildet, um zu prüfen, ob oder ob nicht die Menge des Schmiermittels, die für die Elemente notwendig ist, zugeführt wird. Dies führt zu dem nachfolgenden Problem. Wenn die Maschine in einem Reinraum verwendet wird, verursacht eine übermäßige Zuführung des Schmiermittels Verunreinigungen. Eine unzureichende Zuführung des Schmiermittels verursacht eine abnormale Abnutzung in der Maschine. Die Lebensdauer der Maschine wird verkürzt.

4) Schmiermittel muß periodisch zu dem Gleitteil zugeführt werden, um die Menge des Schmiermittels, das anfänglich zugeführt wird, beizubehalten. Die Vorsehung eines zusätzlichen, automatischen Ölzuführsystems erhöht die Kosten. Wenn das Ölzuführsystem nicht vorgesehen wird, muß die lineare

re Führungsmaschine und die Hauptmaschine, die sie verwendet, ebenso für jeden Ölzuführungs- gang, der periodisch vorgenommen werden muß, angehalten werden. Die Produktivität der Haupt- maschine wird verschlechtert.

In der herkömmlichen, populären Kugelumlaufspindelmaschine wird eine Kugelschraubenmutter, die ein Spiralgewinde an der inneren Oberfläche davon besitzt, an einer Welle mit einem Spiralgewinde an der Außen- oberfläche davon befestigt, und zwar mit einer Anzahl von Kugeln, die dazwischen zwischengefügt sind. Wenn die Kugelumlaufspindelmaschine arbeitet, bewegen sich die Kugeln durch Drehung entlang eines spiralförmigen Zwischenraums, der durch das Gewinde der Gewinde- welle und das Gewinde der Mutter, die dem ersteren gegenüberliegt, festgelegt ist. Die Kugeln führen durch den Kugelzirkulationsdurchgangsweg hindurch und lau- fen durch den spiralförmigen Zwischenraum und kehren zu der Ausgangsposition zurück. Auf diese Weise zirkulieren die Kugeln. Durch eine solche spiralförmige, zir- kulierende Bewegung der Kugeln bewegt sich die Ge- windewelle linear relativ zu der Mutter. Kugelzirkula- tionsrohre, Kugelzirkulationsführungsplatten und der- gleichen können für die Einrichtungen zur Bildung des Zirkulationsdurchgangswegs aufgezählt werden.

Um eine weiche Zirkulationsbewegung der Kugeln sicherzustellen, wird die Innenseite der Kugelschrau- benmutter mit einem Schmiermittel, wie beispielsweise ein Fett oder ein Schmiermittelöl, vor dem Zusammen- bau überzogen oder gefüllt. Oder das Schmiermittel wird zu der Kugelschraubenmutter durch ein Ölzuführ- system zugeführt.

Die Kugelschraubenmutter, die das Öl- oder Fett- Schmiervverfahren einsetzt, besitzt die nachfolgenden Probleme hinsichtlich der Schmiermitteltechnik.

1) Dort, wo das Schmiermittelöl verwendet wird, ist eine periodische Zuführung des Öls derart erfor- derlich, daß ein Ölfilm immer in den Schraubenge- winden, wo die Kugeln rollen, gebildet wird. Des- halb muß das teure Ölzuführsystem und ein Rohr- leitungskreis, der dazu zugeordnet ist, verwendet werden.

2) Das Ölzuführsystem/der Rohrleitungskreis müs- sen gewartet werden, um eine vorgegebene Zufüh- rung des Schmiermittelöls sicherzustellen. Dies führt zu einer komplizierten Wartungsarbeit.

3) Dort, wo das Schmiermittelöl verwendet wird, muß die Menge des zugeführten Öls optimiert wer- den. Wenn eine übermäßige Menge des Schmier- mittelöls zu der Kugelumlaufspindelmaschine zu- geführt wird, und zwar in Verbindung mit einem Maschinenwerkzeug, wie beispielsweise einer Drehbank, vermischt sich das herausleckende Schmiermittelöl mit dem Schneidöl, so daß die Ar- beitsfähigkeit der Werkzeugmaschine verschlech- tert wird. Falls die Menge des Schmiermittelöls im großen Umfang unzureichend ist, wird die Kugel- umlaufspindel abnormal abgenutzt, so daß die Le- bensdauer verkürzt wird.

4) Dort, wo Fett verwendet wird, ist der fettfüllende Zwischenraum der Kugelwelle groß und die Dich- tung des Zwischenraums ist unzureichend. Dem- entsprechend nimmt das eingefüllte Fett leicht ab und wird durch seine Oxidation verschlechtert.

5) Es ist unmöglich, daß eine erforderliche Menge eines Fetts nur zu notwendigen Schraubengewin-

deteilen zugeführt wird. Demzufolge wird Fett fortlaufend in einer unzureichenden Menge aufge- bracht. Wenn eine übermäßige Menge an Fett auf- gebracht wird, wird das übermäßige Fett zu feinen Teilchen. Diese Fett-Teilchen werden zu der Au- ßenseite der Kugelumlaufspindelmaschine zer- streut, so daß die Reinraumbedingungen des Rein- raums kontaminiert werden.

Zusammenfassung der Erfindung

In Anbetracht der Probleme, die mit der herkömmli- chen linearen Bewegungsmaschine, wie dies vorstehend erwähnt ist, verbunden sind, ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine wartungsfreie, langlebige, lineare Bewegungsmaschine zu schaffen, die automa- tisch und stabil eine optimale Menge eines Schmiermit- tels zu den Rollelementen in dem Bewegungskörper der linearen Bewegungsmaschine für eine lange Zeit zu- führt.

Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine wartungsfreie, verunreinigungsfreie und langle- bige Kugelumlaufspindelmaschine zu schaffen, die für eine automatische und stabile Zuführung einer optima- len Menge eines Schmiermittels zu den Rollelementen des Bewegungskörpers der linearen Bewegungsmaschi- ne für eine lange Zeit in der Lage ist.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Er- findung wird eine lineare Bewegungsmaschine geschaf- fen, in der eine Anzahl von Rollelementen zwischen einer sich linear erstreckenden Führungswelle und ei- nem Bewegungskörper, der sich linear bewegt, während er durch die Führungswelle geführt wird, zwischenge- fügt sind, und die Elemente zirkulieren entlang Elemen- tenrollnuten, die in dem Bewegungskörper gebildet sind, während sie innerhalb der Nuten rollen, wobei ein Schmiermittelzuführteil, das aus einem schmiermittel- enthaltenden Polymer gebildet ist, nahe einem belas- tungsaufnehmenden Flächenteil der Elementenrollnu- ten angeordnet ist.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Er- findung wird eine lineare Führungsmaschine mit einem Schmiermittelreservoir geschaffen, die eine sich axial erstreckende Führungsschiene mit Elementenrollnuten an der äußeren Oberfläche davon, ein Gleitteil, das an der Führungsschiene angebaut ist, das Belastungsele- mentenrollnuten besitzt, die den Elementenrollnuten gegenüberliegend sind, und Rückführdurchgangswege, die durch gekrümmte Durchgangswege mit beiden En- den der Belastungselementrollnuten verbunden sind, und eine Anzahl von Rollelementen, die in den Bela- stungselementenrollnuten des Gleitteils so zurückgehal- ten werden, daß sie durch die gekrümmten Durchgangs- wege und die Rückführdurchgangswege zirkuliert wer- den, wobei ein Schmiermittelreservoir, das aus einem schmiermittelenthaltenden Polymer hergestellt ist, in ei- nem Spalt zwischen der Führungsschiene und dem Gleitteil angeordnet ist, umfaßt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Er- findung wird eine Kugelumlaufspindelmaschine ge- schaffen, die eine Gewindewelle mit einem Spiralgewin- de an der äußeren Oberfläche davon, eine Kugelschrau- benmutter, die auf die Gewindewelle aufgeschraubt ist, wobei die Kugelschraubenmutter an der inneren Ober- fläche davon ein spiralförmiges Gewinde besitzt, das dem spiralförmigen Gewinde der Gewindewelle gegen- übergelegt ist, und eine Anzahl von Kugeln, die durch Kugelzirkulationsdurchgangswege zirkulieren, die in

der Kugelschraubenmutter gebildet sind, während sie in spiralförmigen Belastungselementenrollnuten rollen, von denen jede durch beide Schraubengewinde festgelegt sind, wobei ein Schmiermittelzuführteil, das aus einem schmiermittelenthaltenden Polymer hergestellt ist, in einem spiralförmigen Kugelblockierzwischenraum in der Kugelschraubenmutter vorgesehen ist, besitzt.

Mit einem solchen Aufbau wird Schmiermittel aus dem schmiermittelenthaltenden Polymer, das an einem keine Belastung aufnehmenden Flächenteil jeder Elementenrollnut, in die Elemente zwischen der Führungswelle und dem sich bewegenden Körper zwischengefügt sind, durch Umdrehen und Umdrehen herausgedrückt bzw. herausgequetscht und wird stabil und gleichförmig zu den Rollelementen für eine lange Zeit zugeführt. Durch den Temperaturanstieg und den Druck, der durch das Rollen der Elemente verursacht wird, wird Schmiermittel von dem Schmiermittelzuführteil herausgedrückt bzw. herausgequetscht. Das herausgedrückte Schmiermittel gelangt mit den Rollelementen in Berührung und haftet daran an und erreicht die Oberfläche der Elementenrollnuten. Als Ergebnis wird ein Ölfilm daran gebildet. Es besteht dort kein Erfordernis, einen Schmiermittelströmungskreis zu schaffen und zur Verwendung eines Drucks, um das Schmiermittel in der Richtung entgegen der Schwerkraft zu richten. Eine optimale Menge an Schmiermittel wird auf natürliche Weise zu den bestimmten Teilen und Bereichen zugeführt.

In der Kugelumlaufspindelmaschine wird mit dem Schmiermittelzuführteil Schmiermittel von dem Schmiermittelzuführteil, das aus einem schmiermittelenthaltendem Polymer hergestellt ist, herausgedrückt und gleichmäßig über die Gewindeflächen der Gewindewelle verteilt. Eine stabile Schmiermittelzuführung wird für eine lange Zeit sichergestellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht, teilweise aufgeschnitten, einer linearen Führungsmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Gleitteil der linearen Führungsmaschine der Fig. 1 darstellt, wobei das Gleitteil mit der Oberseite nach unten dargestellt ist;

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht, die eine herkömmliche, gesamte lineare Führungsmaschine darstellt;

Fig. 4 zeigt eine Explosionsansicht, die die lineare Führungsmaschine darstellt, wobei ein Gleitteil des Geräts mit der Oberseite nach unten dargestellt ist;

Fig. 5 zeigt eine Vorderansicht, teilweise aufgeschnitten, der linearen Führungsmaschine der Fig. 3;

Fig. 6 zeigt eine Vorderansicht, teilweise aufgeschnitten, einer linearen Führungsmaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Gleitteil der linearen Führungsmaschine der Fig. 6 darstellt, wobei das Gleitteil mit der Oberseite nach unten dargestellt ist;

Fig. 8 zeigt eine Vorderansicht, teilweise aufgeschnitten, einer linearen Führungsmaschine gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Gleitteil der linearen Führungsmaschine der Fig. 8 darstellt, wobei das Gleitteil mit der Oberseite nach unten dargestellt ist;

Fig. 10 zeigt eine Vorderansicht, teilweise aufge-

schnitten, einer linearen Führungsmaschine gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11 zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Gleitteil der linearen Führungsmaschine der Fig. 10 darstellt, wobei das Gleitteil mit der Oberseite nach unten dargestellt ist;

Fig. 12 zeigt eine Vorderansicht, teilweise aufgeschnitten, einer linearen Führungsmaschine gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Gleitteil der linearen Führungsmaschine der Fig. 12 darstellt, wobei das Gleitteil mit der Oberseite nach unten dargestellt ist;

Fig. 14 zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht, die eine Elementenrollnut des Gleitteils, das in der linearen Führungsmaschine der Fig. 12 verwendet wird, darstellt;

Fig. 15 zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht, die eine Elementenrollnut eines Gleitteils darstellt, das in der linearen Führungsmaschine gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 16 zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht, die eine Elementenrollnut eines Gleitteils darstellt, das in der linearen Führungsmaschine gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 17 zeigt eine Draufsicht, die eine Kugelumlaufmaschine gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 18 zeigt eine Längsschnittansicht, die die Kugelumlaufmaschine der Fig. 17 darstellt;

Fig. 19 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, die einen spiralförmigen Zwischenraum, der durch die spiralförmigen Gewinde einer Gewindewelle und einer Kugelschraubenmutter in der Kugelumlaufspindelmaschine der Fig. 17 festgelegt wird;

Fig. 20 zeigt eine Draufsicht, die eine Kugelumlaufspindelmaschine einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 21 zeigt eine Längsschnittansicht, die die Kugelumlaufspindelmaschine der Fig. 20 darstellt;

Fig. 22 zeigt eine perspektivische Ansicht, teilweise aufgebrochen, die die Kugelumlaufspindelmaschine der Fig. 20 darstellt;

Fig. 23 zeigt eine perspektivische Ansicht, die eine Kugelumlaufspindelmaschine des Zirkulationsformplattentyps gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 24 zeigt eine vergrößerte, perspektivische Ansicht, die eine Zirkulationsformplatte darstellt, die in der Kugelumlaufspindelmaschine der Fig. 23 verwendet wird;

Fig. 25 zeigt eine Seitenansicht, teilweise aufgebrochen, die die Kugelumlaufspindelmaschine der Fig. 23 darstellt; und

Fig. 26 zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Schmiermittelzuführteil darstellt, das in der Kugelumlaufspindelmaschine der Fig. 23 verwendet wird.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 1 beschrieben. In diesen Figuren sind entsprechende oder

äquivalente Bereiche zu den Fig. 3 und 4 mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet, die zur Beschreibung der herkömmlichen Maschine verwendet sind.

In den Fig. 1 und 2, die die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen, ist ein Schmiermittelreservoir 20 in einem Spalt zwischen der oberen Oberfläche der Führungsschiene 1 und der inneren Oberfläche des Gleitteils 2 angeordnet. Das Schmiermittelreservoir 20 besteht aus einem schmiermittelhaltenden Polymerteil. Um das schmiermittelhaltende Polymerteil zu bilden, wird ein Parafinkohlenwasserstofföl mit 80 Gew.-% als Schmiermittel in Polyethylen enthaltendes, niedermolekulargewichtiges Polyethylen mit 14 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^3 bis 5×10^5) und ultrahochmolekulargewichtigem Polyethylen mit 6 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^6 bis 5×10^6) gemischt. Die sich ergebende Mischung wird erhitzt und geschmolzen. Die geschmolzene Mischung wird in eine Gießform eingespritzt und gekühlt und unter Druck verfestigt. Das schmiermittelhaltende Polymerteil, das so gebildet ist, besitzt dieselbe Größe wie die Oberseitenoberfläche des Hohlraums der Gleiteilpassung 2A.

Das schmiermittelhaltende Polymerteil als Schmiermittelreservoir 20 ist, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, an der gesamten Oberseitenoberfläche der Gleiteilpassung 2A befestigt. Schweißen, Verschrauben oder dergleichen können als die Befestigungsmittel verwendet werden.

Die Betriebsweise der linearen Führungsmaschine, die so aufgebaut ist, wird nachfolgend beschrieben.

Wenn sich das Gleiteil 2 entlang der Führungsschiene 1, die fest an dem Maschinentisch befestigt ist, bewegt, bewegen sich die Elemente 8 in der Bewegungsrichtung des Gleitteils 2 unter einer niedrigeren Geschwindigkeit als die Gleiteilbewegungsgeschwindigkeit, während sie in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg, der durch die Elementenrollnuten 3 und die Belastungselementenrollnuten 5 festgelegt ist, rollen. Die Elemente 8 werden durch den gekrümmten Durchgangsweg 7 an einem Ende der Gleiteilpassung zurückgeführt und laufen in der umgekehrten Richtung entlang der Rückföhrdurchgangswege 6. Die Elemente 8 werden wiederum durch die gekrümmten Durchgangswege 7 an dem anderen Ende der Gleiteilpassung zurückgeführt und laufen wiederum in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg. Auf diese Weise zirkulieren die Elemente 8.

Wenn die lineare Führungsmaschine so betrieben wird, nimmt das Schmiermittelreservoir 20, das an dem Gleiteil 2 befestigt ist, den Druck von der oberen Oberfläche der Führungsschiene 1 auf und reibt an der Schienenoberfläche, die aufgeheizt wird. Das Schmiermittel, das in dem schmiermittelhaltenden Polymerteil enthalten ist, wird fluidisiert und sickert nach und nach aus dem Schmiermittelreservoir 20 heraus und strömt in die Richtung eines Pfeils L (Fig. 1) und entlang der Seitenwände der Führungsschiene 1. Als Ergebnis wird das Schmiermittel automatisch zu den Elementen 8, die in den Nuten 3 rollen, zugeführt. Demzufolge wird das Schmiermittel stabil zu den Elementen 8 für eine lange Zeit zugeführt. Dementsprechend läuft die lineare Führungsmaschine gut unter einem niedrigem Drehmoment ohne periodische Zuführung des Schmiermittels zu dem Gleiteil 2 von der Außenseite her.

Das schmiermittelhaltende Polymerteil als das Schmiermittelreservoir 20 berührt nicht notwendigerweise die obere Oberfläche der Führungsschiene 1.

Wenn das Schmiermittelreservoir nicht mit der oberen Oberfläche der Führungsschiene in Berührung steht, wird Wärme erzeugt, wenn die Elemente 8 in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg, der durch die Nuten 3 und 5 festgelegt wird, rollen und wird auf das Gleiteil 2 übertragen. Durch diese Wärme steigt die Temperatur des Schmiermittelreservoirs 20 an. Das Schmiermittel wird fluidisiert und sickert dort heraus. Dementsprechend wird die Schmiermittelfunktion, wie es vorstehend erwähnt ist, gesichert.

Das Schmiermittelreservoir 20 ist in enger Nachbarschaft zu den Elementen 8 in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg angeordnet. Deshalb strömt das Schmiermittel auf natürliche Weise so, um die Elemente 8 in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg zu erreichen, wenn der Schmiermittelzuführkreis nicht in dem Gleiteil gebildet wird. Aus diesem Grund besteht dort kein Erfordernis des komplizierten Schmiermittelzuführkreises, der im wesentlichen in den Kappen des herkömmlichen Gleitteils vorgesehen ist. Demzufolge wird der Maschinenaufbau vereinfacht.

Die Menge des Öls, das in dem Schmiermittelreservoir 20 enthalten ist, kann durch geeignete Auswahl des Inhalts des Schmiermittels in dem schmiermittelhaltenden Polymerteil bestimmt werden. Hierdurch kann die minimale Menge des Schmiermittels zu den Elementen 8, die in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg rollen, zugeführt werden. Demgemäß werden die Probleme der herkömmlichen linearen Führungsmaschine, die aus der Zuführung einer ungeeigneten Menge des Schmiermittels zu dem Gleiteil entstehen, z. B. die Verunreinigungserzeugung, die durch übermäßige Schmiermittelzuführung und die normale Abnutzung durch unzureichende Schmiermittelzuführung verursacht wird, erfolgreich gelöst. Die lineare Führungsmaschine der ersten Ausführungsform kann in einem Reinraum verwendet werden.

Weiterhin wird eine wartungsfreie Anordnung realisiert. Das automatische Ölzuführsystem für die periodische Zuführung von Öl wird unnötig und die Kosten einer Vorrichtung und eines Betriebs des Ölzuführsystems entstehen nicht. Das Produktivitätsherabsetzungsproblem, das dann verursacht wird, wenn die Maschine für die periodische Zuführung von Öl angehalten wird, entsteht nicht.

Eine zweite Ausführungsform einer linearen Führungsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung ist in den Fig. 6 und 7 dargestellt.

In der zweiten Ausführungsform sind flache Nuten 2, die sich axial erstrecken, an beiden Seiten der Oberseitenoberfläche des Hohlraums der Gleiteilpassung 2A gebildet. Schmiermittelreservoir 22, die aus schmiermittelhaltenden Polymerteilen bestehen, ähnlich Platten geformt, sind in den flachen Nuten 1 jeweils angeordnet. Die Betriebsweise und die nützlichen Effekte der zweiten Ausführungsform sind mit denjenigen der ersten Ausführungsform vergleichbar.

Eine dritte Ausführungsform einer linearen Führungsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung ist in den Fig. 8 und 9 dargestellt.

In der dritten Ausführungsform sind Schmiermittelreservoir 23, die aus schmiermittelhaltenden Polymerteilen bestehen, die ähnlich schmalen Steifen geformt sind, an den Oberseitenkanten der Elementenrollnuten 5 an beiden Seiten des Hohlraums der Gleiteilpassung 2A befestigt. Die Schmiermittelreservoir 23 stehen reibungsmäßig mit den Seitenflächen der Führungsschiene 1 in Berührung und die Elemente 8 werden ebenso auf-

geheizt. Durch die Wärme wird das Schmiermittel fluidisiert und aus den schmiermittelhaltenden Polymerteilen ausgeschieden. Zusätzlich zu den nützlichen Effekten ähnlich denjenigen der ersten Ausführungsform besitzt die dritte Ausführungsform den nachfolgenden nützlichen Effekt. Wenn die lineare Führungsmaschine in einem Zustand verwendet wird, daß die lineare Führungsmaschine, die in Fig. 1 dargestellt ist, mit der Oberseite nach unten gedreht wird, erreicht das Schmiermittel, das aus den Schmiermittelreservoir 23 ausgeschieden wird, auf natürliche Weise die herankommenden Elemente ohne irgendeinen Druck. Deshalb kann die lineare Führungsmaschine an einer Hauptmaschine in irgendeiner Richtung ohne irgendeine Berücksichtigung der Strömung des Schmiermittels befestigt werden.

Auch berühren in der dritten Ausführungsform die Schmiermittelreservoir 23 nicht notwendigerweise die Seitenflächen der Führungsschiene 1 und der Elemente 8.

Eine vierte Ausführungsform einer linearen Führungsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung ist in den Fig. 10 und 11 dargestellt.

In der vierten Ausführungsform sind Schmiermittelreservoir 24, die aus schmiermittelhaltenden Polymerteilen bestehen, an den flachen Flächenbereichen der Kappen 2B, die an beiden Enden der Gleitteilpassung 2A befestigt sind, wo sie zu der Führungsschiene 1 hin gerichtet sind, befestigt. Die Betriebsweise und die nützlichen Effekte der vierten Ausführungsform sind mit denjenigen der dritten Ausführungsform vergleichbar.

Die lineare Führungsmaschine jeder der ersten bis vierten Ausführungsformen, die die schmiermittelhaltenden Polymerteile für die Schmiermittelzuführung einsetzen, können wie folgt modifiziert werden. Ein Schmiernippel D ist an dem Schmiermittelzuführanschluß 11, der in dem Gleitteil 2 gebildet ist, befestigt. Schmiermittel wird von dem Schmiermittelnippel G in den inneren Zwischenraum zwischen der Führungsschiene 1 und dem Gleitteil 2 zugeführt. Die Modifikation, die beide Schmiermittelzuführverfahren unter Verwendung des Schmiermittelreservoirs und des direkten Schmiermittelzuführverfahrens für die Schmiermittelversorgung verwendet, besitzt den nachfolgenden, betriebssicheren Effekt. Wenn die Schmiermittelzuführung verstopft ist, wird die Schmiermittelzuführung fortgeführt, da das Schmiermittelreservoir 20 normalerweise dahingehend arbeitet, Schmiermittel zuzuführen. Demgemäß ist die so modifizierte lineare Führungsmaschine frei hinsichtlich des Problems des Verstopfens der Ölleitung, beispielsweise die abnormale Abnutzung und die Verkürzung der Lebensdauer der Maschine.

Das schmiermittelhaltende Polymerteil für das Schmiermittelreservoir, das für die lineare Führungsmaschine verwendet wird, ist aus synthetischem Kunststoff, der zuvor mit dem Schmiermittel imprägniert ist, hergestellt. Die Zusammensetzung und das Herstellverfahren für das schmiermittelhaltende Polymerteil, von dem geglaubt wird, daß es bevorzugt ist, wird nun beschrieben.

Schmiermittel, das aus Parafinkohlenwasserstofföl, Mineralöl, wie beispielsweise Poly- α -Olefinpolymer, Naphthenkohlenwasserstofföl, Mineralöl, Ätheröl, wie beispielsweise Dialkyldiphenylätheröl, Esteröl, wie beispielsweise Phthalatestertrimetallithsäureester, wird in ein Polymer eingemischt, das aus einer Gruppe vom Poly- α -Olefinpolymeren einer im wesentlichen gleichen, chemischen Basisstruktur, wie beispielsweise Polyethy-

len, Polypropylen, Polybutylen und Polymethylpenthen, gemischt. Die sich ergebende Mischung wird durch Wärme geschmolzen und in eine vorgegebene Gießform unter Druck eingespritzt und gekühlt und verfestigt. Falls es erforderlich ist, werden Additive, wie beispielsweise ein Antioxidiermittel, ein Rostschutzmittel, ein Abnutzungsvorbeugungsmittel, ein Aufschäumungsmittel und ein Hochdruckmittel, zuvor zugefügt.

Die Gruppe der Polymere besitzen dieselben chemischen Basisstrukturen, allerdings liegen die mittleren Molekulargewichte davon in dem Bereich von 1×10^3 bis 5×10^6 . Von diesen Polymeren wird das Polymer eines relativ niedrigen Molekulargewichts von 1×10^3 bis 1×10^6 und/oder das Polymer mit ultrahohem Molekulargewicht von 1×10^6 bis 5×10^6 als bedarfsmäßige Forderung verwendet.

Um eine mechanische Festigkeit des schmiermittelhaltenden Polymerteils zu erhöhen, können ein thermoplastischer Kunststoff oder ein wärmeaushärtender Kunststoff, wie dies nachfolgend aufgelistet ist, zu dem Poly- α -Olefinpolymer hinzugefügt werden.

Die thermoplastischen Kunststoffe, die für das schmiermittelhaltende Polymerteil der Erfindung verfügbar sind, sind die folgenden: Polyamid, Polycarbonat, Polybutylen, Terephthalat, Polyphenylsulfid, Polyethersulfon, Polyetherketon, Polyimid, Polysteren, ABS-Kunstharz und dergleichen.

Die wärmehärtenden Kunststoffe, die für das schmiermittelhaltende Polymerteil zur Verfügung stehen, sind ungesättigte Polyesterkunstharze, Harnstoffharze, Melaminharz, Phenolharz, Polyimidharz, Epoxidharz und dergleichen.

Eines dieser Harze oder die Kombination davon können verwendet werden.

Falls notwendig, kann eine geeignete Menge eines kompatiblen Mittels hinzugefügt werden, um die Poly- α -Olefinpolymere oder andere Kunstharze gleichförmiger zu dispergieren.

Eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 12 bis 14 beschrieben werden. In diesen Figuren sind ähnliche oder äquivalente Bereiche durch den Fig. 3 und 4 entsprechende Bezugszeichen, die zur Beschreibung des Stands der Technik verwendet sind, bezeichnet.

Die fünfte Ausführungsform der Erfindung ist eine lineare Führungsmaschine als eine typische Maschine eines Führungstyps einer linearen Bewegungsmaschine. Fig. 12 zeigt eine Vorderansicht, teilweise geschnitten, einer linearen Führungsmaschine gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die lineare Führungsmaschine der vorliegenden Ausführungsform kann derart aufgebaut sein, daß ein Schmiernippel G an dem Schmiermittelzuführanschluß 11, der in dem Gleitteil 2 gebildet ist, befestigt ist, und Schmiermittel wird von dem Schmiernippel G in den inneren Zwischenraum zwischen der Führungsschiene 1 und dem Gleitteil 2 zugeführt. Allerdings ist es nicht immer notwendig, die Maschine für die Schmiermittelzuführung aufzubauen, da die vorliegende Ausführungsform einen automatischen Schmiermittelzuführmechanismus, der nachfolgend beschrieben wird, verwendet.

Die Oberfläche jeder der Elementenrollennuten 5, wie in Fig. 14 dargestellt ist, umfaßt einen Flächenteil P, der eine Belastung aufnimmt, wenn er mit den Elementen 8 in Berührung steht, und einen anderen Flächenteil NP, der keine Belastung aufnimmt, wenn er mit den Elementen in Berührung tritt. In dieser Ausführungs-

form ist eine kleine Nut 13 in dem Boden der Nut gebildet. Die Nut 13 ist kleiner als die Elementenrollnut 5. Ein Schmiermittelzuführteil 14, wie ein schmiermittellhaltendes Polymer, ist an der kleinen Nut 13 befestigt. Schweißen, Befestigen oder dergleichen kann zur Befestigung der Einrichtung verwendet werden.

Das schmiermittellhaltende Polymer des Schmiermittelzuführteils, das für die lineare Bewegungsmaschine verwendet wird, kann aus Materialien hergestellt werden, die schon beschrieben sind.

Die Betriebsweise des linearen Bewegungslagers, das so aufgebaut ist, wird nun beschrieben werden.

Wenn sich das Gleitteil 2 entlang der Führungsschiene 1 bewegt, die fest an dem Maschinentisch befestigt ist, bewegen sich die Elemente 8 in der Bewegungsrichtung des Gleitteils 2 unter einer niedrigeren Geschwindigkeit als die Gleiteilbewegungsgeschwindigkeit, während sie in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg, der durch die Elementenrollnuten 3 und die Belastungselementenrollnuten 5 festgelegt wird, rollen. Die Elemente 8 werden durch die gekrümmten Durchgangswege an einem Ende der Gleiteilpassung zurückgeführt und laufen in der umgekehrten Richtung entlang der Rückföhrdurchgangswege 6. Die Elemente 8 werden wiederum durch die gekrümmten Durchgangswege an dem anderen Ende der Gleiteilpassung zurückgeführt und laufen wiederum in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg. Auf diese Weise zirkulieren die Elemente 8.

Wenn die lineare Führungsmaschine so betrieben wird, rollen die Elemente 8 in den Elementenrollnuten 5 des Gleitteils 2, während sie mit dem Schmiermittelzuführteil 14, das an der kleinen Nut 13 befestigt ist, in Berührung treten. Das Schmiermittelzuführteil 14 nimmt einen Druck auf und die Temperatur davon steigt durch seine Kontaktwärme an. Das Schmiermittel, das in dem schmiermittellhaltenden Polymer enthalten ist, wird fluidisiert und das Schmiermittel wird nach und nach aus dem Schmiermittelteil 14 herausgedrückt und haftet an der Oberfläche der Elemente 8 an. Demzufolge wird eine geeignete Menge des Schmiermittels gleichförmig den Elementen zugeführt. Die Trägheitskraft des Gleitteils 2 wird auf das Schmiermittelzuführteil 14 aufgebracht, wenn das Gleitteil beschleunigt oder verzögert wird. In diesem Fall tendiert das Schmiermittel dazu, aus dem schmiermittellhaltenden Polymerteil herausgedrückt zu werden.

Demzufolge wird das Schmiermittel automatisch zu dem die Belastung aufnehmenden Flächenteil P zugeführt, wo die Elemente 8 mit der Elementenrollnut 5 in Berührung stehen. Demgemäß läuft die lineare Führungsmaschine gut unter einem niedrigen Drehmoment ohne die periodische Zuführung des Schmiermittels zu dem Gleitteil 2 von der Außenseite aus.

Das Schmiermittelreservoir 20 befindet sich mit den Elementen 8 in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg in Berührung. Deshalb strömt das Schmiermittel natürlich so, um die Elemente 8 in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg zu erreichen, wenn der Schmiermittelzuführkreis nicht in dem Gleitteil gebildet ist. Aus diesem Grund besteht dort nicht das Erfordernis, für den komplizierten Schmiermittelzuführkreis, der in den Kappen des herkömmlichen Gleitteils vorgesehen ist. Demzufolge wird der Maschinenaufbau vereinfacht.

Wenn die lineare Führungsmaschine in einem Zustand verwendet wird, daß die lineare Führungsmaschine mit der Oberseite nach unten gedreht ist, wird das

Schmiermittel, das aus dem Schmiermittelzuführteil 14 herausgedrückt wird, zu den Elementen 8 in einer einfachen Weise ohne irgendeinen Druck zugeführt. Deshalb kann die lineare Führungsmaschine an eine Hauptmaschine in irgendeiner Richtung ohne irgendein Achten auf die Strömung des Schmiermittels befestigt werden. Die Menge des Öls, das in dem Schmiermittelzuführteil 14 enthalten ist, kann durch eine geeignete Auswahl des Inhalts des Schmiermittels in dem schmiermittellhaltenden Polymerteil festgelegt werden. Hierdurch kann die minimale Menge des Schmiermittels zu den Elementen 8, die in dem Belastungselementenrolldurchgangsweg rollen, zugeführt werden. Demgemäß werden die Probleme der herkömmlichen, linearen Führungsmaschine, die aus der Zuführung einer ungeeigneten Menge des Schmiermittels zu dem Gleitteil entstehen, z. B. die Verunreinigungserzeugung, die durch die übermäßige Schmiermittelzuführung und die normale Abnutzung durch die unzureichende Schmiermittelzuführung verursacht wird, erfolgreich gelöst werden. Die lineare Führungsmaschine der ersten Ausführungsform kann in einem Reinraum verwendet werden.

Weiterhin wird eine wartungsfreie Anordnung realisiert. Das automatische Ölzuführsystem für die periodische Zuführung von Öl wird unnötig und die Kosten für die Vorsehung und den Betrieb des Ölzuführsystems werden nicht verursacht. Das Produktivitätsherabsetzungsproblem, das dann verursacht wird, wenn die Maschine für die periodische Zuführung des Öls angehalten wird, entsteht nicht.

Fig. 15 zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht, die eine Elementenrollnut eines Gleitteils darstellt, das in der linearen Führungsmaschine gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

In einer linearen Führungsmaschine, die so aufgebaut ist, um einen vorbereiteten Druck durch Abweichung der Gewindesteigung der oberen und unteren Elementenrollnuten 3 und 3 der Führungsschiene gegenüber derjenigen der oberen und unteren Elementenrollnuten 5 und 5 aufzubringen, gelangt eine der Flankenflächen jeder Elementenrollnut mit den Elementen 8 in Kontakt (diese berühren sich zum Beispiel gegenseitig in der Richtung der Belastungswirkungslinie S). In dieser Ausführungsform ist eine Nut 16A über den gesamten keine Belastung aufnehmenden Flächenteil NP der Elementenrollnut 5 gebildet, während eine kleine Nut 13 in dem Boden der Elementenrollnut 5 in der fünften Ausführungsform gebildet ist. Ein Schmiermittelzuführteil 16, das aus einem schmiermittellhaltenden Polymer besteht, das so dimensioniert ist, daß es die Nut 16A auffüllt, ist an der Nut 16A befestigt. In dieser Ausführungsform kann der Flächenbereich zur Aufnahme des Schmiermittelzuführteils groß sein. Demgemäß kann eine erhöhte Menge eines Schmiermittels zu dem Schmiermittelzuführteil 16 zugeführt werden. Die Betriebsweise dieser Ausführungsform ist im wesentlichen dieselbe wie diejenige der fünften Ausführungsform. Allerdings wird eine längere Lebensdauer der Maschine als diejenige der Maschine der sechsten Ausführungsform sichergestellt.

Fig. 16 zeigt eine siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die als eine Modifikation der sechsten Ausführungsform angesehen werden kann.

In dieser Ausführungsform ist eine Nut 17 in jeder der Elementenrollnuten 5 gebildet. Die Größe der Nut 17 entspricht im wesentlichen der Hälfte des keine Belastung aufnehmenden Flächenteils NP. Ein Schmiermit-

telzuführteil 18, das aus einem schmiermitttelenthaltenden Polymer besteht, das so dimensioniert ist, daß es die Nut 17 auffüllt, ist an der Nut 17 befestigt. Das Schmiermittelzuführteil kann die Menge des Schmiermittels zwischen den Mengen des Schmiermittels, das in dem Schmiermittelzuführteil 14 der fünften Ausführungsform und des Schmiermittelzuführteils 16 der sechsten Ausführungsform enthalten ist, zurückhalten bzw. aufnehmen. Die Betriebsweise und die nützlichen Effekte dieser Ausführungsform sind mit denjenigen der sechsten Ausführungsform vergleichbar.

Die Fig. 17 und 18 stellen eine achte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar, bei der es sich um eine Kugelspindelumlaufrmaschine als eine typische Maschine eines Antriebstyps einer linearen Bewegungsmaschine handelt.

Eine Kugelschraubenmutter 22 als ein sich bewegender Körper ist an der Gewindewelle 21 als eine Führungswelle aufgeschraubt. Ein Spiralgewinde 21b ist an der äußeren Oberfläche 21a der Gewindewelle 21, die sich linear erstreckt, gebildet. Ein Spiralgewinde 22b als eine Elementenrollnut, die dem Spiralgewinde 21b der Schraubenwelle 21 entspricht, ist an deren Oberfläche 22a der Kugelschraubenmutter 22 gebildet. Eine Anzahl von Kugeln 23 ist zwischen die Gewindewelle 21 und der Kugelschraubenmutter 22 zwischengefügt. Ein Zirkulationsrohr 25 ist an der äußeren Oberfläche des rohrförmigen Teils der Kugelschraubenmutter 22 befestigt. Das Zirkulationsrohr 25 wirkt mit einem spiralförmigen Zwischenraum, der durch die spiralförmigen Gewinde 21b und 22b festgelegt ist, die sich gegenüberliegend zueinander angeordnet sind, um einen Zirkulationsdurchgangsweg zu bilden, durch den die Elemente 23 zirkulieren, zusammen. Das Zirkulationsrohr 25, das U-förmig geformt ist, ist mit Rohrungen versehen, die an beiden Enden davon angeordnet sind. Ein Paar Durchgangsöffnungen, die nicht dargestellt sind, ist in der Kugelschraubenmutter 22 gebildet. Die Durchgangsöffnungen erstrecken sich von der äußeren Oberfläche der Kugelschraubenmutter zu dem spiralförmigen Gewinde der inneren Oberfläche davon in einem Zustand, daß die Durchgangsöffnungen voneinander um einen Abstand beabstandet sind, der eine Vielzahl von Gewinden bzw. Gewindegängen umfaßt. Das Zirkulationsrohr 25 ist an der Außenseite der Kugelschraubenmutter 22 derart befestigt, daß beide Enden des Zirkulationsrohrs 25 in die Durchgangsöffnungen eingesetzt sind und an der Kugelschraubenmutter 22 durch die Kombination eines Rohrhalteteils 28 und Schrauben 29 befestigt sind.

Das Spiralgewinde 21b der Gewindewelle 21 und das Spiralgewinde 22b an den inneren Oberflächen der Kugelschraubenmutter 22 sind als Spitzbogengewinde (gotisches Bogengewinde) geformt, wie in Fig. 19 dargestellt ist. Jedes Gewinde umfaßt einen eine Belastung aufnehmenden Flächenteil P, der mit den Kugeln 23 in Berührung steht, und einen keine Belastung aufnehmenden Flächenteil NP, der nicht mit den Kugeln 23 in Berührung steht. In dieser Ausführungsform ist eine kleine Nut 26 spiralförmig in dem Nutboden als der keine Belastung aufnehmende Flächenteil NP des Spiralgewindes 22b der Kugelschraubenmutter 22 gebildet. Ein Schmiermittelzuführteil 27 als schmiermitttelenthaltendes Polymer ist an die kleine Nut 24 angeheftet oder daran befestigt.

Wenn sich die Schraubenwelle 2 dreht, rollen die Kugeln 23 in der Richtung der Drehung der Schraubenwelle entlang eines spiralförmigen Zwischenraums, der

durch die spiralförmigen Gewinde 21b und 22b festgelegt wird, und zirkulieren durch das Zirkulationsrohr 25. Mit dem Rollen der Kugeln 23 wird die Kugelschraubenmutter 22 linear entlang der Gewindewelle 21 geführt. Wenn die Kugelumlaufspindelmaschine angetrieben wird, wird Schmiermittel nach und nach aus dem Schmiermittelzuführteil 27, als schmiermitttelenthaltendes Polymer, herausgedrückt, das an der Kugelschraubenmutter 22 befestigt ist, und zu den Kugeln 23, während sie das schmiermitttelenthaltende Polymer berühren, zugeführt. Das Schmiermittel verteilt sich gleichförmig über die gesamten spiralförmigen Gewinde 21b und 22b. Eine stabile Zuführung des Schmiermittels für eine lange Zeit wird sichergestellt. Demgemäß läuft die Kugelumlaufspindelmaschine gut unter einem niedrigem Drehmoment für eine lange Zeit ohne irgendeine spezielle Zufuhr eines Schmiermittels.

Eine Kugelumlaufspindelmaschine, die eine Struktur besitzt, um einen vorbereitenden Druck durch Abweichung der Gewindesteigung der Gewinde der Gewindewelle und derjenigen der Gewinde der Kugelwellennut besitzt, wird häufig benutzt. In diesem Typ der Maschine ist die Flankenfläche, die mit den Kugeln in Berührung steht, eine der Flächen des Gewindes. Demgemäß kann ein Schmiermittelzuführteil in einer kleinen Nut, die in der Flankenfläche der Nut gebildet ist, wie dies in den Fig. 15 und 16 dargestellt ist, plaziert werden.

Modifikationen der fünften bis achten Ausführungsformen, die das schmiermitttelenthaltende Polymer als Schmiermittelzuführung verwenden, werden nun beschrieben. Die lineare Führungsmaschine, die die Erfindung verwendet, kann so modifiziert werden, daß ein Schmiermittelnippel G an dem Schmiermittelzuführanschluß 11 des Gleitteils 2 befestigt wird, und das Schmiermittel wird von dem Schmiermittelnippel G zu dem Gleitteil 2 zugeführt. Die Kugelspindelumlaufrmaschine, die die Erfindung einsetzt, kann derart modifiziert werden, daß der innere Zwischenraum davon mit Fett beim Herstellen der Maschine aufgefüllt wird. Die Modifikation, die sowohl das Schmiermittelzuführverfahren, das das Schmiermittelzuführteil verwendet, als auch das direkte Schmiermittelzuführverfahren zur Schmiermittelzuführung einsetzt, besitzt den nachfolgend angegebenen fehlersicheren Effekt. Wenn die Schmiermittelzuführung verstopft ist, wird die Schmiermittelzuführung fortgeführt, da das Schmiermittelzuführteil normalerweise dahingehend arbeitet, Schmiermittel zuzuführen. Demgemäß ist eine so modifizierte Maschine frei hinsichtlich des Problems des Verstopfens der Ölleitungen, wie beispielsweise die abnormale Abnutzung und die Verkürzung der Maschinenlebensdauer.

Es ist ersichtlich, daß die vorliegende Erfindung bei anderen linearen Führungsmaschinen als die lineare Führungsmaschine, die vorstehend als fünfte bis achte Ausführungsform beschrieben ist, angewandt werden kann. Zum Beispiel können, während zwei Belastungselementenrollnuten in jeder Seite des Gleitteils in diesen Ausführungsformen gebildet sind, drei oder mehr Nuten verwendet werden. Die Kugeln als Rollelemente können durch Rollen bzw. Walzen ersetzt werden. Weiterhin ist die vorliegende Erfindung bei anderen Kugelumlaufspindelmaschinen als diejenige, die vorstehend beschrieben ist, anwendbar.

Die Fig. 20 bis 22 zeigen eine Kugelumlaufspindelmaschine des Rohrzirkulationstyps einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Wie dargestellt ist, ist das Spiralgewinde 102 an der

äußeren Oberfläche 101a der Gewindewelle 101 gebildet. Eine Kugelschraubenmutter 103, rohrförmig in ihrer Form, ist auf die Gewindewelle 101 aufgeschraubt. Ein Spiralgewinde 104 ist an der inneren Oberfläche der Kugelschraubenmutter 103 gebildet. Das Spiralgewinde 104 liegt dem Spiralgewinde 102 der Gewindewelle 101 gegenüber, wenn die Kugelschraubenmutter 103 die Gewindewelle 101 aufnimmt. Ein Teil der äußeren Oberfläche der Kugelschraubenmutter 103 ist zu einem flachen Flächenbereich 105 geschnitten. Zwei Paare Durchgangsöffnungen 106a und 106b und 106c und 106d sind in dem flachen Flächenbereich 105 der Kugelschraubenmutter 103 gebildet. Diese Durchgangsöffnungen reichen zu dem Spiralgewinde 104 der Kugelschraubenmutter 103. Das Paar der Durchgangsöffnungen 106a und 106b ist diagonal hinsichtlich eines Schraubengewindes 104 derart angeordnet, daß die Durchgangsöffnungen 106a an der rechten, oberen Position und die Durchgangsöffnungen 106b an der linken, unteren Position angeordnet sind. Ein anderes Paar Durchgangsöffnungen 106c und 106d ist auch in einer ähnlichen Anordnung angeordnet. Die Durchgangsöffnungen 106a und 106d sind voneinander um einen Abstand einer halben Umdrehung des Spiralgewindes 104 beabstandet.

Zwei Zirkulationsrohre 107A und 107B, U-förmig geformt, verlaufen parallel zueinander, die die Zirkulationsrohre 107A und 107B verwenden. Genauer gesagt sind beide Enden des Zirkulationsrohres 107A in die gepaarten Durchgangsöffnungen 106a und 106b eingesetzt, während beide Enden des Zirkulationsrohres 107B in die gepaarten Durchgangsöffnungen 106c und 106d eingesetzt sind. Diese Zirkulationsrohre 107A und 107B, die so eingesetzt sind, werden an dem flachen Flächenbereich 105 durch die Kombination einer Befestigungsformplatte 108 und Schrauben 109 befestigt.

Wenn die Gewindewelle 101 in die innere Öffnung der Kugelschraubenmutter 103 eingesetzt wird, liegt das Spiralgewinde 102 zu dem Spiralgewinde 104 der Kugelschraubenmutter 103 hin, um einen Spiralbelastungskugelrollzwischenraum, kreisförmig im Querschnitt, zu bilden. Der Spiralbelastungskugelrollzwischenraum und zwei Zirkulationsrohre 107A und 107B bilden zwei Kugelzirkulationsdurchgangswege. Ein Anzahl von Kugeln 110 ist in den Zirkulationsdurchgangswegen so plaziert, daß sich die Kugeln entlang jedes Zirkulationsdurchgangswegs durch Drehen und Drehen bewegen.

Die Kugeln zirkulieren durch einen der Zirkulationsdurchgangswege in der folgenden Art und Weise. Die Kugeln treten über die Durchgangsöffnungen 106a zum Beispiel in den Spiralbelastungskugelrollzwischenraum ein, bewegen sich um etwa eine Umdrehung der Gewindewelle 101 spiralförmig, erreichen die Durchgangsöffnung 106b, treten in das Kugelzirkulationsrohr 107A ein, bewegen sich entlang des Rohrs, führen durch den Zwischenraum wieder hindurch und kehren zu der Durchgangsöffnung 106a zurück. Die Kugeln zirkulieren durch den anderen Zirkulationsdurchgangsweg in der folgenden Art und Weise. Die Kugeln treten über die Durchgangsöffnung 106c in den spiralförmigen Belastungskugelrollzwischenraum ein, bewegen sich mit etwa einer Umdrehung der Gewindewelle 101 spiralförmig, erreichen die Durchgangsöffnung 106d, treten in das Kugelzirkulationsrohr 107B ein, bewegen sich entlang des Rohrs, führen durch den Zwischenraum wieder hindurch und kehren zu der Durchgangsöffnung 106c zurück.

Ein Spiralblockierzzwischenraum 111 zum Blockieren

des Laufs der Kugel ist zwischen der Durchgangsöffnung 106a und einem der zwei Kugelzirkulationsdurchgangswege und der Durchgangsöffnung 106b des anderen vorgesehen. Die Länge des Spiralblockierzzwischenraums 111 beträgt ungefähr eine halbe Umdrehung des Belastungskugelrollzwischenraums, der sich entlang der Schraubengewinde 102 und 104 erstreckt.

Der Spiralblockierzzwischenraum 111 ist im wesentlichen mit schmiermittelenthaltendem Polymer aufgefüllt. Das schmiermittelenthaltende Polymer dient als Schmiermittelzuführteil 112, das ähnlich eines halben Rings geformt ist.

Das schmiermittelenthaltende Polymer des Schmiermittelzuführteils, das für die Kurbelspindelumlaufrmaschine verwendet wird, kann aus den Materialien hergestellt werden, die schon beschrieben sind. Bei der Herstellung der Kurbelspindelumlaufrmaschine des Typs, in dem das schmiermittelenthaltende Polymer auch als Dichtteil verwendet wird, wird eine Gewindewelle einer Kugelschraubenmutter verwendet oder eine Gewindewelle 5 bis 100 µm größer als diese wird an dem mittleren Teil einer vorgegebenen Gießform plaziert und gegossen. In dem sich ergebenden Produkt kann ein Spalt zwischen der Kugelschraubenmutter und der Gewindewelle reduziert werden, wenn der mit demjenigen (ungefähr 0,3 bis 1 mm) der herkömmlichen Maschine verglichen wird, die das Dichtteil verwendet. Zusätzlich zu diesem Vorteil verstärkt ein Ölfilm, der durch die Schmiermittel, das aus dem schmiermittelenthaltenden Polymer herausgedrückt wird, weiterhin die Dichteigenschaften.

Um das schmiermittelenthaltende Polymerteil als das Schmiermittelzuführteil 112 auszubilden, wird Parafinkohlenwasserstofföl mit 80 Gew.-% als Schmiermittel in Polyethylen enthaltendem niedermolekulargewichtigen Polyethylen mit 14 Gew.-%. (Molekulargewicht: 1×10^3 bis 1×10^5) und ultrahochmolekulargewichtigem Polyethylen mit 6 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^6 bis 5×10^6) gemischt. Die sich ergebende Mischung wird erhitzt und geschmolzen. Die geschmolzene Mischung wird in eine Gießform eingespritzt und gekühlt und unter Druck verfestigt.

Alternativ werden Polyethylen und Parafinkohlenwasserstofföl gemischt und durch Hitze geschmolzen und die verfestigte Mischung wird in einen Spiralblockierzzwischenraum 111 eingespritzt und dann gekühlt und verfestigt.

Die Betriebsweise der Kugelumlaufrspindelmaschine, die so aufgebaut ist, wird nun beschrieben.

Wenn sich die Gewindewelle 101 dreht, bewegen sich die Kugeln 110 durch Rollen in der Richtung der Drehung der Gewindewelle 101 entlang des Spiralbelastungskugelrollzwischenraums, der durch die Schraubengewinde 102 und 104, die gegenüberliegend angeordnet sind, gebildet wird, und führen durch die Zirkulationsrohre 107A und 107B hindurch. Auf diese Weise zirkulieren die Kugeln entlang der Kugelzirkulationsdurchgangswege. Die Kugelschraubenmutter 103 wird linear entlang der Gewindewelle 101 durch das Rollen der Kugeln 110 bewegt. Wenn die Kugelspindelumlaufrmaschine so betrieben wird, wird Schmiermittel aus dem Schmiermittelzuführteil 112 des schmiermittelenthaltenden Polymerteils, das in dem Spiralblockierzzwischenraum 111 der Kugelschraubenmutter 103 zurückgehalten wird, herausgedrückt. Das herausgedrückte Schmiermittel wird zu den Schraubengewinden 102 und 104 zugeführt. Das Schmiermittel wird gleichförmig über die Kugeln 110, die entlang des Belastungskugel-

rollzwischenraums, der durch die Gewinde 102 und 104 festgelegt wird, rollen, verteilt. Ein guter Schmiermittelfilm wird gebildet. Eine stabile Zuführung des Schmiermittels für eine lange Zeit wird sichergestellt. Demgemäß läuft die Kugellaufspindelmaschine gut unter einem niedrigen Drehmoment für eine lange Zeit ohne irgendeine spezielle, externe, periodische Zuführung des Schmiermittels. Es ist kein Erfordernis zur Verwendung eines teuren Ölzuführsystems vorhanden. Die Maschine ist hinsichtlich einer Instandhaltungsarbeit frei, wie beispielsweise einer periodischen Inspektion. Zusätzlich ist die Maschine von dem Problem eines Vermischens des herausklickenden Schmiermittels mit Schneidöl frei.

Das Schmiermittel wird im schmiermittelenhaltenden Polymer gespeichert. Demzufolge verschwindet das Schmiermittel weniger und es wird nur gering oxidiert, da es nicht der Luft ausgesetzt ist. Eine optimale Menge eines Schmiermittels wird zu dem Belastungskugelrollzwischenraum zugeführt. Das Problem der Öldispersion durch eine übermäßige Zuführung eines Schmiermittels und eine Verunreinigungserzeugung, die von der Öldispersion herrührt, tritt niemals auf.

Die Fig. 23 bis 26 zeigen eine Kugelspindelumlaufrmaschine des Formplattenzirkulationstyps gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die zehnte Ausführungsform ist eine Kugelspindelumlaufrmaschine des Formplattenzirkulationstyps, der die vorliegende Erfindung einsetzt.

Eine Mehrzahl Zirkulationsformplatten 120 ist in dem rohrförmigen Teil der Kugelschraubenmutter 103 eingebaut, die an der Gewindewelle 101 aufgeschraubt ist. Jede der Zirkulationsformplatten 120 umfaßt einen S-förmigen Durchgangsweg 119, in den Kugeln 110, die in dem Spiralbelastungskugelrollzwischenraum rollen, der durch gegenüberliegend angeordnete Schraubengewinde 102 und 104 festgelegt wird, für eine Zirkulation geführt werden. In einem ersten Kugelzirkulationsdurchgangsweg treten die Kugeln 110 in den S-förmigen Durchgangsweg 119 von einem Punkt A des S-förmigen Durchgangswegs 119 der Zirkulationsformplatte 120 ein, schieben sich von dort entlang vor, gehen über die äußere Oberfläche (Land) 101a der Schraubenwelle 101, führen durch den Belastungskugelrollzwischenraum hindurch und kehren zu dem Punkt A zurück. Und die Kugeln treten erneut in den S-förmigen Durchgangsweg 119 ein und durchlaufen dieselbe Route. Auf diese Weise zirkulieren die Kugeln. Dieser Zirkulationsvorgang der Kugeln wird in ähnlicher Weise in einem anderen Zirkulationsdurchgangsweg vorgenommen, der eine andere Zirkulationsformplatte 120 umfaßt, die etwa zwei Umdrehungen des Belastungskugelrollzwischenraums von dem ersten Kugelzirkulationsdurchgangsweg entfernt angeordnet ist. In dem Fall der Fig. 25 werden drei Zirkulationsformplatten verwendet und drei Kugelzirkulationsdurchgangswege, die diese Formplatten umfassen, werden gebildet.

Ein Spiralblockierzzwischenraum 12 zum Blockieren des Laufs der Kugeln ist zwischen den Kugelzirkulationsdurchgangswegen vorgesehen. Die Länge des Spiralblockierzzwischenraums 12 ist im wesentlichen gleich zwei Umdrehungen des Belastungskugelrollzwischenraums, der sich entlang der Schraubengewinde 102 und 104 erstreckt. Der Spiralblockierzzwischenraum 121 ist im wesentlichen mit schmiermittelenhaltendem Polymer aufgefüllt. Das schmiermittelenhaltende Polymer dient als ein Schmiermittelzuführteil 122. Das schmiermittelenhaltende Polymer des Schmiermittelzuführteils, das für die Kugelumlaufspindelmaschine verwen-

det wird, kann aus den Materialien hergestellt werden, die schon beschrieben sind. Das Schmiermittelzuführteil 122 kann zuvor spiralförmig geformt werden, wie dies in Fig. 26 dargestellt ist, oder durch Einspritzen einer schmiermittelenhaltenden Polymerflüssigkeit in den spiralförmigen Blockierzzwischenraum 121 und durch Verfestigen von diesem gebildet werden.

Die Betriebsweise und die nützlichen Effekte dieser Ausführungsform sind mit denjenigen der neunten Ausführungsform vergleichbar.

In der neunten und zehnten Ausführungsform, die vorstehend beschrieben sind, kann ein spiralförmiger Zwischenraum 123 (mit Ausnahme des Belastungskugelrollzwischenraums und des Spiralblockierzzwischenraums 111), der durch gegenüberliegend angeordnete Schraubengewinde 102 und 104 der Kugelschraubenmutter 103 und der Gewindewelle 101 definiert ist, mit Fett gefüllt sein oder mit Schmiermittel versorgt werden.

In einer anderen Art und Weise wird, um den spiralförmigen Zwischenraum 123 aufzufüllen, nachdem der spiralförmige Zwischenraum 123 mit einer Mischung aus einem Ausgangs-Polymer des schmiermittelenhaltenden Polymers und Schmiermittel gefüllt ist, die eingefüllte Mischung erhitzt, um sie zu schmelzen, und dann abgekühlt. In diesem Fall kann das schmiermittelenhaltende Polymer eingespritzt werden, bis es beide Enden der Kugelschraubenmutter 103 erreicht. Das schmiermittelenhaltende Polymer, das bis dorthin reicht, wird zum Abdichten der beiden Enden der Kugelschraubenmutter 103 verwendet.

Falls es erforderlich ist, kann die Kugelumlaufspindelmaschine derart modifiziert werden, daß zwei Raumabschnitte 124 an beiden Enden der Kugelschraubenmutter 103 gebildet werden, und das schmiermittelenhaltende Polymer wird in einen oder zwei der Raumabschnitte 124 plaziert.

Es ist ersichtlich, daß die vorliegende Erfindung bei anderen linearen Führungsmaschinen als die lineare Führungsmaschine, die vorstehend als die Ausführungsform beschrieben ist, angewandt werden kann. Zum Beispiel können, während zwei Belastungselementenrollnuten in jeder Seite des Gleitteils in diesen Ausführungsformen gebildet sind, drei oder mehr Nuten verwendet werden. Die Kugeln als Rollelemente können durch Walzen ersetzt werden.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, sind in einer linearen Bewegungsmaschine, in der eine Anzahl von Rollenelementen zwischen einer sich linear erstreckenden Führungswelle und einem Bewegungskörper, der linear bewegt wird, während er durch die Führungswelle geführt wird, zwischengefügt und die Elemente zirkulieren entlang Elementenrollnuten, die in dem Bewegungskörper gebildet sind, während sie innerhalb der Nuten rollen, wobei ein Schmiermittelzuführteil, das aus schmiermittelenhaltendem Polymer gebildet ist, nahe eines eine Belastung aufnehmenden Flächenteils der Elementenrollnut angeordnet wird. Das Schmiermittel wird aus dem Schmiermittelzuführteil herausgedrückt und automatisch und gleichförmig zu den Elementen des Belastungselementenrolldurchgangswegs zugeführt. Eine optimale Menge eines Schmiermittels kann für eine lange Zeit automatisch und stabil zugeführt werden. Deshalb wird eine lange Lebensdauer und eine wartungsfreie, lineare Bewegungsmaschine realisiert.

In einer linearen Führungsmaschine der vorliegenden Erfindung wird ein Schmiermittelreservoir, das aus ei-

nem schmiermittellenthaltenden Polymer hergestellt ist, in einem Spalt zwischen der Führungsschiene und dem Gleitteil angeordnet. Mit dieser Struktur wird das Schmiermittel aus dem Reservoir herausgedrückt und automatisch und gleichförmig zu den Elementen und den Belastungselementenrolldurchgangswegen zugeführt. Eine optimale Menge eines Schmiermittels kann für eine lange Zeit automatisch und stabil zugeführt werden. Deshalb wird eine lange Lebensdauer und eine wartungsfreie, lineare Führungsmaschine realisiert.

In einer Kugelspindelumlaufrmaschine der vorliegenden Erfindung ist ein Schmiermittelzuführteil, das aus schmiermittellenthaltendem Polymer hergestellt ist, in einem spiralförmigen Kugelblockierzwischenraum in der Kugelschraubenmutter angeordnet. Mit dieser Struktur wird das Schmiermittel aus dem Schmiermittelzuführteil herausgedrückt und automatisch und gleichförmig zu den Kontaktflächen der Kugeln und des Kugelschraubengewindes zugeführt. Eine gute Schmierung der Maschine wird für eine lange Zeit sichergestellt. Dort ist kein Erfordernis zur Verwendung eines teureren Ölzuführsystems vorhanden. Deshalb wird eine lange Lebensdauer und eine wartungsfreie Kugelspindelumlaufrmaschine realisiert.

Patentansprüche

1. Lineare Bewegungsmaschine, die aufweist:
einen linearen Bewegungskörper, der Elementenrollnuten besitzt;
eine sich linear erstreckende Führungswelle zur Führung des Bewegungskörpers;
eine Anzahl von Rollelementen, die zwischen der sich linear erstreckenden Führungswelle und dem linearen Bewegungskörper zwischengefügt sind, wobei die Elemente entlang den Elementenrollnuten des Bewegungskörpers zirkulieren, während sie innerhalb der Nuten rollen; und
einen Schmiermittelzuführteil, der aus einem schmiermittellenthaltenden Polymer gebildet ist, das in Zuordnung zu den Elementenrollnuten angeordnet ist.
2. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 1, wobei das Schmiermittelzuführteil nahe einem eine Belastung aufnehmenden Flächenteil der Elementenrollnuten angeordnet ist.
3. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 1, die weiterhin eine Schmiermittelzuführteilaufnahmenut, die in einem Boden der Elementenrollnut gebildet ist, aufweist, wobei die Nut kleiner als die Elementenrollnut ist und wobei das Schmiermittelzuführteil an der kleinen Nut befestigt ist.
4. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 1, wobei das Schmiermittelzuführteil die Rollelemente berührt.
5. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 1, wobei die lineare Bewegungsmaschine eines linearen Führungsmaschinentyps ist, in dem die Elementenrollnut erste ober und untere Elementenrollnuten, die in der sich linear erstreckenden Führungswelle gebildet sind, und zweite obere und untere Elementenrollnuten, die in dem linearen Bewegungskörper gebildet sind, aufweist.
6. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 5, wobei ein Vorbereitungsdruck durch Abweichung einer Gewindesteigung der ersten oberen und unteren Elementenrollnuten von derjenigen der zweiten oberen und unteren Elementenrollnuten beauf-

schlägt wird und eine der Flankenflächen jeder der Elementenrollnuten mit den Rollelementen in Berührung gelangt.

7. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 6, die weiterhin eine Schmiermittelzuführteilaufnahmenut aufweist, die an einem keine Belastung aufnehmenden Flächenteil der zweiten Elementenrollnut gebildet ist, wobei die Schmiermittelzuführteilaufnahmenut mit dem Schmiermittelzuführteil aufgefüllt ist.

8. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 7, wobei das Schmiermittelzuführteil an der Nut befestigt ist.

9. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 7, wobei die Schmiermittelzuführteilaufnahmenut über das keine Belastung aufnehmende Flächenteil gebildet ist.

10. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 7, wobei die Schmiermittelzuführteilaufnahmenut im wesentlichen eine Hälfte des keine Belastung aufnehmenden Flächenteils ist.

11. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 1, wobei die lineare Bewegungsmaschine ein Kugelumlaufspindelmaschinentyp ist, in dem die sich linear erstreckende Führungswelle eine Gewindewelle aufweist, wobei der lineare Bewegungskörper eine Kugelschraubenmutter, die auf die Gewindewelle aufgeschraubt ist, aufweist, ein erstes Spiralgewinde an der äußeren Umfangsfläche der Gewindewelle gebildet ist, und wobei die Elementenrollnut ein zweites Spiralgewinde aufweist, das dem ersten Spiralgewinde der Gewindewelle entspricht, und wobei die Rollelemente zwischen der Gewindewelle und der Kugelschraubenmutter zwischengefügt sind.

12. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 11, die weiterhin eine Schmiermittelzuführteilaufnahmenut aufweist, die spiralförmig in einem Nutboden als ein eine Belastung aufnehmendes Flächenteil des zweiten Spiralgewindes (22b) der Kugelschraubenmutter gebildet ist, wobei das Schmiermittelzuführteil die Schmiermittelzuführteilaufnahmenut befestigt.

13. Lineare Bewegungsmaschine, die aufweist:
eine sich axial erstreckende Führungsschiene, die mindestens eine Rollelementennut an einer äußeren Oberfläche davon besitzt;
ein Gleitteil, das an der Führungsschiene angebaut ist, das mindestens eine Belastungselementenrollnut aufweist, die den Elementenrollnuten gegenüberliegt, und wobei Rückföhrdurchgangswege über gekrümmte Durchgangswege mit beiden Enden der Belastungselementenrollnuten verbunden sind;

eine Anzahl von Rollelementen, die in den Belastungselementenrollnuten des Gleitteils zurückgehalten werden, um so durch die gekrümmten Durchgangswege und die Rückföhrdurchgangswege zu zirkulieren; und
ein Schmiermittelreservoir, das in einem Spalt zwischen der Führungsschiene und dem Gleitteil angeordnet ist.

14. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 13, wobei das Schmiermittelreservoir aus einem schmiermittellenthaltenden Polymer gebildet ist.

15. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 14, wobei das Schmiermittelreservoir blatt- bzw. plattenförmig geformt ist.

16. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 14, die weiterhin sich axial erstreckende, flache Nuten aufweist, die an beiden Seiten der Oberseitenoberfläche eines Hohlraums eines Gleitteils gebildet sind, und wobei das Schmiermittelreservoir ähnlich 5 Platten geformt und in der flachen Nut plaziert ist.

17. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 14, wobei das Schmiermittelreservoir ähnlich schmalen Streifen geformt ist, die an der Oberseitenkante der Elementenrollnut an beiden Seiten des Hohlraums des Gleitteils befestigt sind. 10

18. Lineare Bewegungsmaschine nach Anspruch 13, wobei das Schmiermittelreservoir schmiermittelenthaltende Polymerteile aufweist, die an einem flachen Flächenbereich einer Kappe befestigt sind, die 15 an beiden Enden des Gleitteils angeordnet und zu der Führungsschiene hin gerichtet sind.

19. Kugelspindelumlaufrmaschine, die aufweist: eine Gewindewelle, die ein erstes Spiralgewinde an einer äußeren Oberfläche davon aufweist; 20 eine Kugelschraubenmutter, die auf die Gewindewelle aufgeschraubt ist, die an der inneren Oberfläche davon ein zweites Spiralgewinde gegenüberliegend dem ersten Spiralgewinde der Gewindewelle aufweist, wobei das zweite Spiralgewinde Spiralbelastungselementenrollnuten mit dem ersten Spiralgewinde festlegt, wobei die Kugelschraubenmutter einen Spiralkugelblockierzischenraum aufweist; 25 eine Anzahl von Kugeln, die durch Kugelzirkulationsdurchgangswege zirkulieren, die in der Kugelschraubenmutter gebildet sind, während sie in den Spiralbelastungselementenrollnuten rollen; und ein Schmiermittelzuführteil, das im wesentlichen den Spiralkugelblockierzischenraum der Kugelschraubenmutter auffüllt. 35

20. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 19, wobei das Schmiermittelzuführteil aus einem schmiermittelenthaltenden Polymer gebildet ist.

21. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 40 19, wobei der Spiralblockierzischenraum zwischen einer Durchgangsöffnung eines der Kugelzirkulationsdurchgangswege und der Durchgangsöffnung des anderen angeordnet ist und wobei der Spiralblockierzischenraum eine Länge von ungefähr einer Hälfte einer Umdrehung des Belastungskugelrollzwischenraums besitzt, der sich entlang des ersten und des zweiten Spiralgewindes erstreckt. 45

22. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 50 19, wobei der Spiralblockierzischenraum eine Länge besitzt, die im wesentlichen gleich zwei Umdrehungen des Belastungskugelrollzwischenraums entspricht, der sich entlang dem ersten und dem zweiten Spiralgewinde erstreckt. 55

23. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 19, wobei das Schmiermittelzuführteil zuvor entsprechend dem Spiralgewinde spiralförmig aufgebaut ist.

24. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 60 19, wobei das Schmiermittelzuführteil durch Einspritzen einer schmiermittelenthaltenden Polymerflüssigkeit in den Spiralblockierzischenraum und durch Aushärten derselben gebildet ist.

25. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 65 19, wobei ein spiralförmiger Zwischenraum durch die gegenüberliegend angeordneten ersten und zweiten spiralförmigen Gewinde der Kugelschrau-

benmutter festgelegt wird und die Gewindewelle mit einer Mischung aus einem Ausgangs-Polymer des schmiermittelenthaltenden Polymers und einem Schmiermittel aufgefüllt wird, das danach erhitzt wird, um es zu schmelzen, und das danach gekühlt wird.

26. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 19, wobei zwei räumliche Abschnitte an beiden Enden der Kugelschraubenmutter gebildet sind und das Schmiermittelzuführteil in mindestens einer der zwei räumlichen Abschnitte plaziert ist.

27. Lineare Bewegungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 13, wobei das schmiermittelenthaltende Polymerteil durch Mischen von Parafinkohlenwasserstofföl mit 80 Gew.-% als Schmiermittel in Polyethylen, das niedrigmolekulargewichtiges Polyethylen von 14 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^3 bis 5×10^5) und ultrahochmolekulargewichtiges Polyethylen mit 6 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^6 bis 5×10^6) enthält, gebildet ist.

28. Kugelspindelumlaufrmaschine nach Anspruch 20, wobei das schmiermittelenthaltende Polymerteil durch Mischen von Parafinkohlenwasserstofföl mit 80 Gew.-% als Schmiermittel in Polyethylen enthaltendem niedrigmolekulargewichtigem Polyethylen mit 14 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^3 bis 5×10^5) und ultrahochmolekulargewichtigem Polyethylen mit 6 Gew.-% (Molekulargewicht: 1×10^6 bis 5×10^6) gebildet ist.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 3

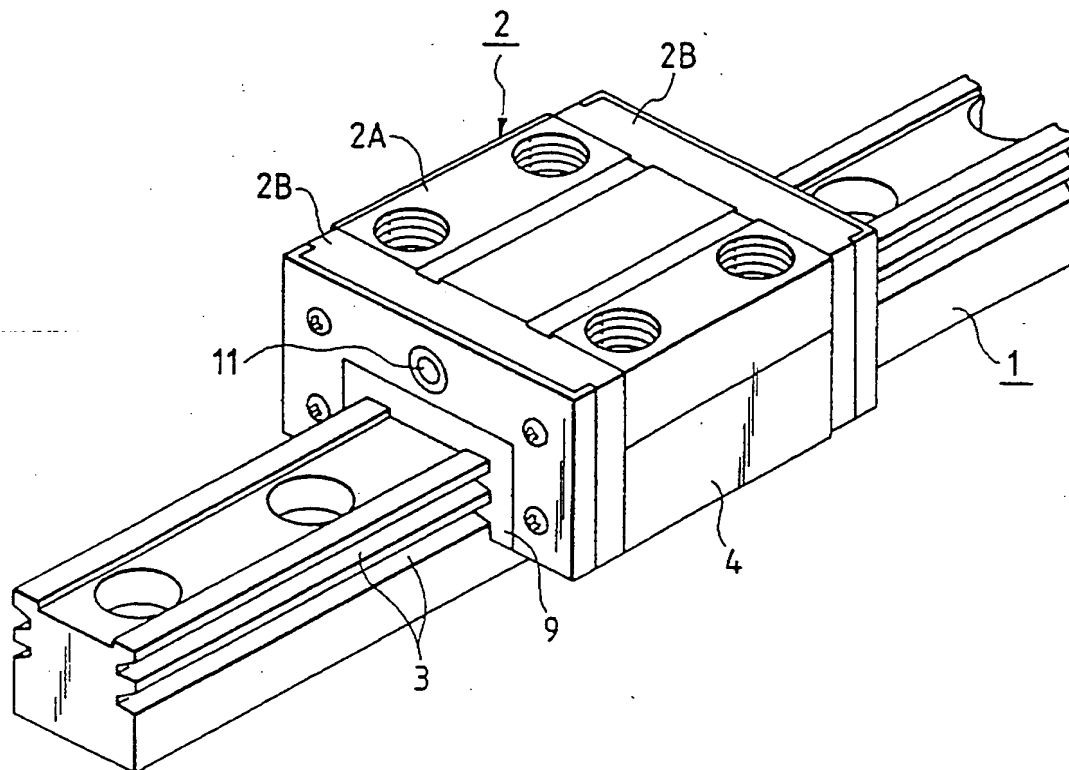


FIG. 5

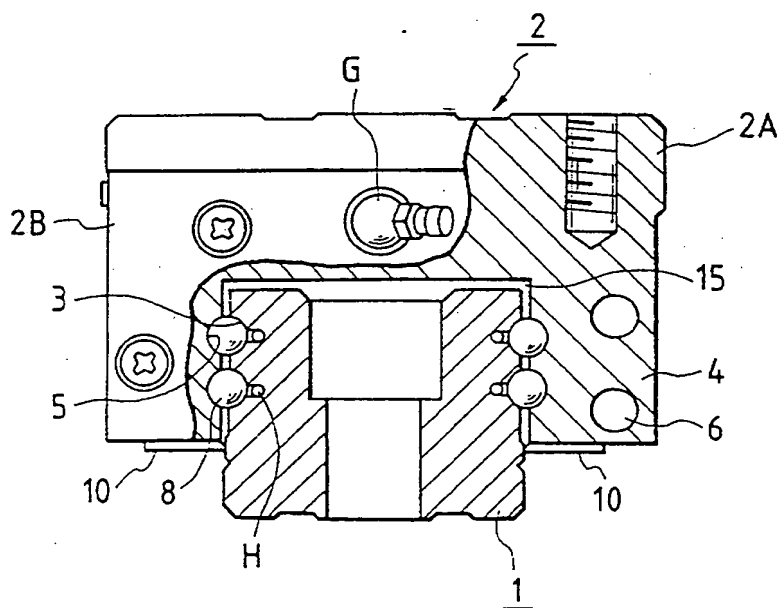


FIG. 4

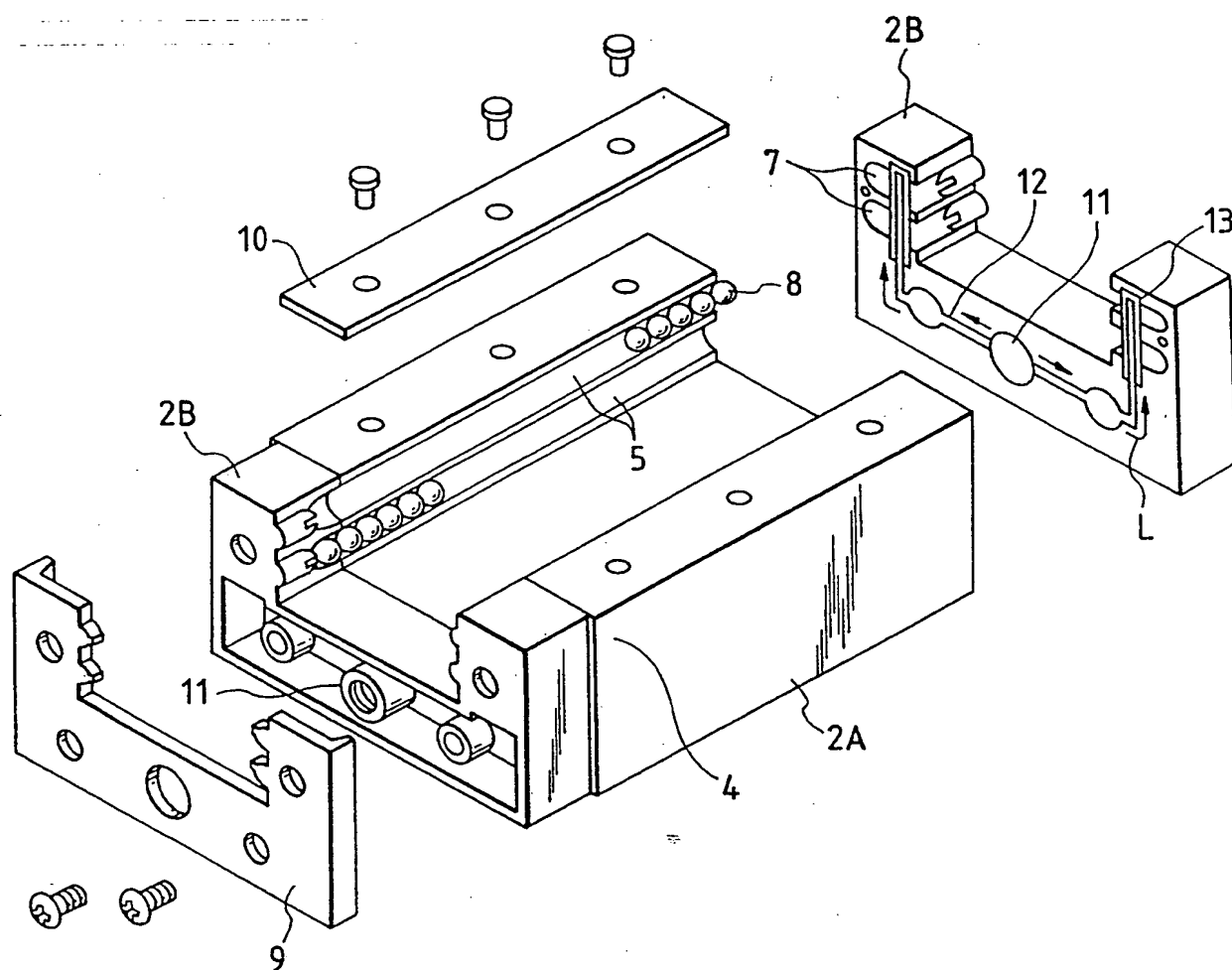


FIG. 8

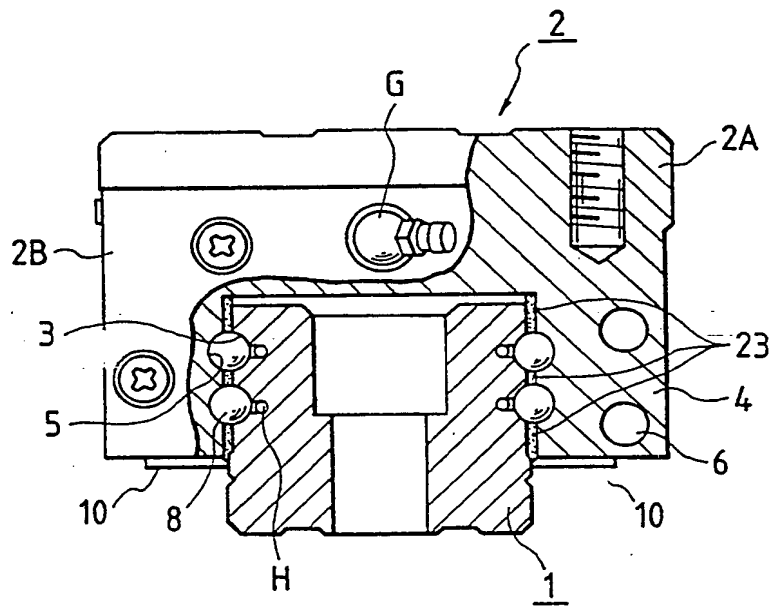


FIG. 9

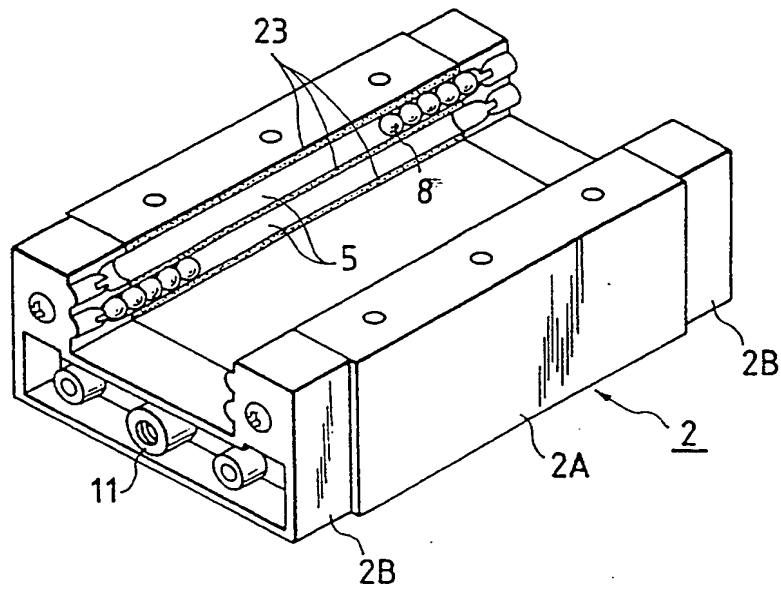


FIG. 10

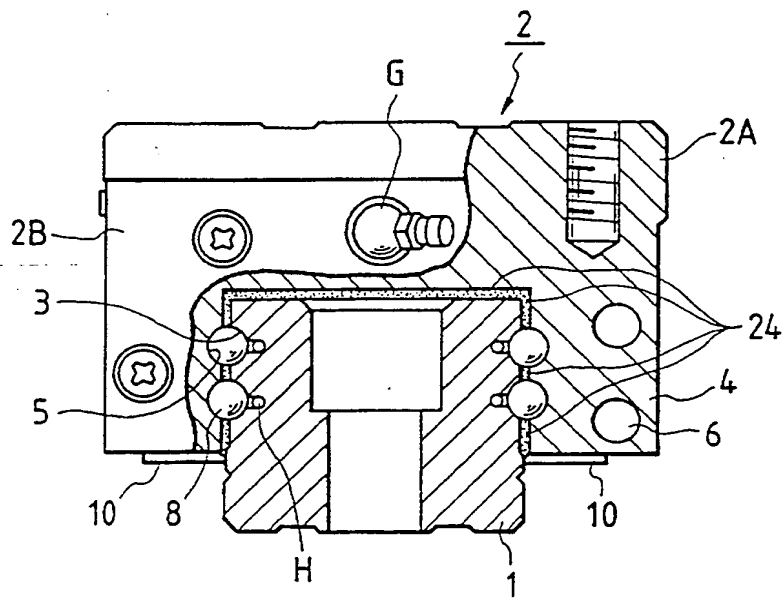


FIG. 11

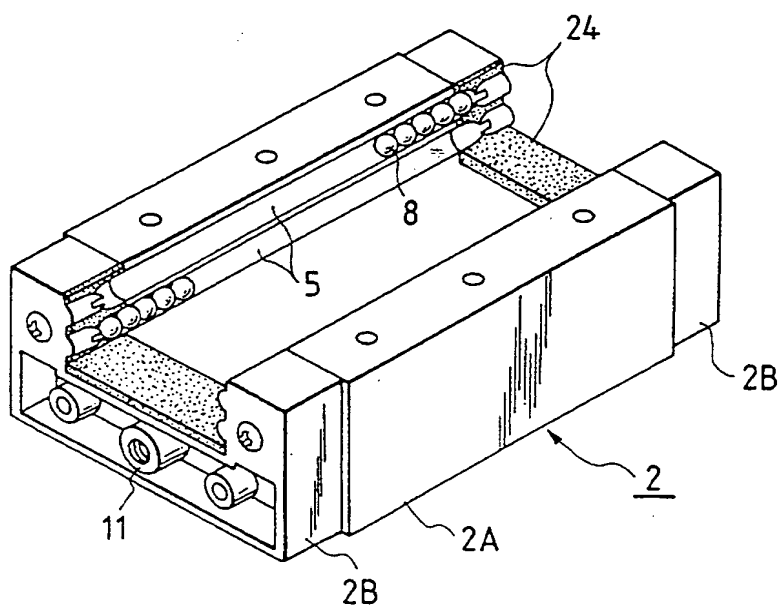


FIG. 12

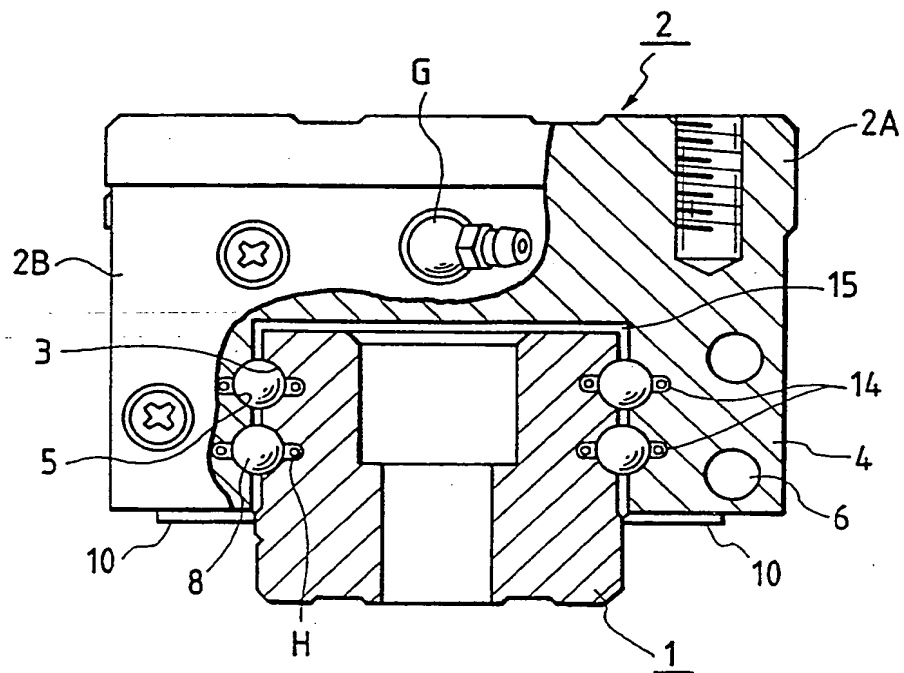


FIG. 13

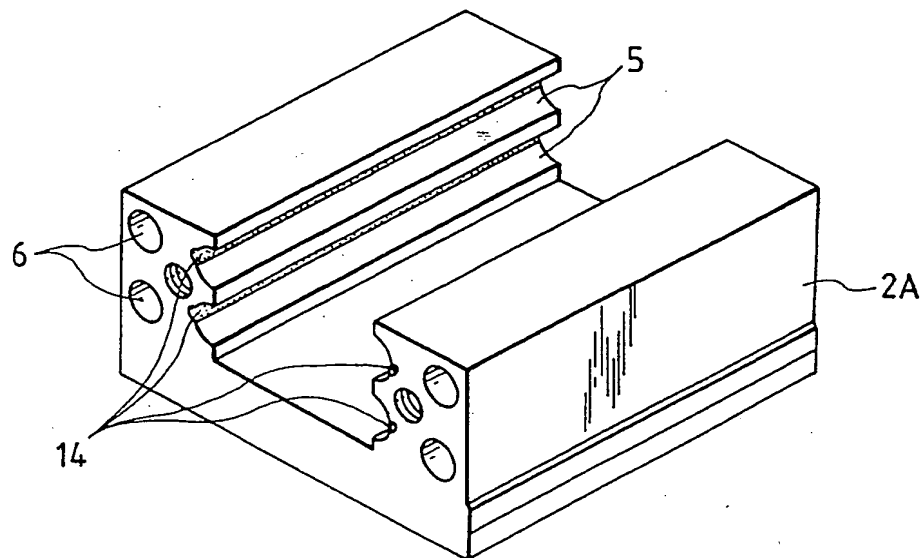


FIG. 14

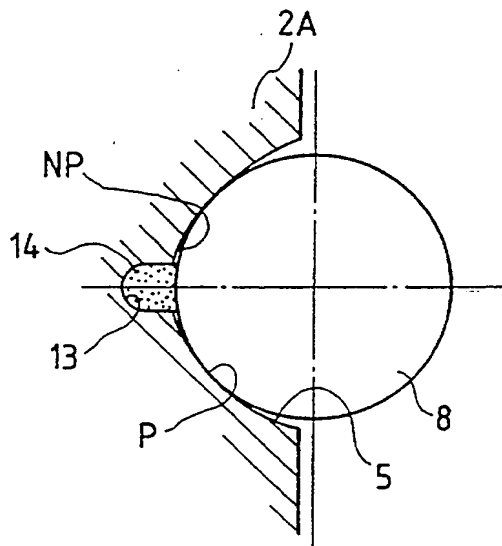


FIG. 15

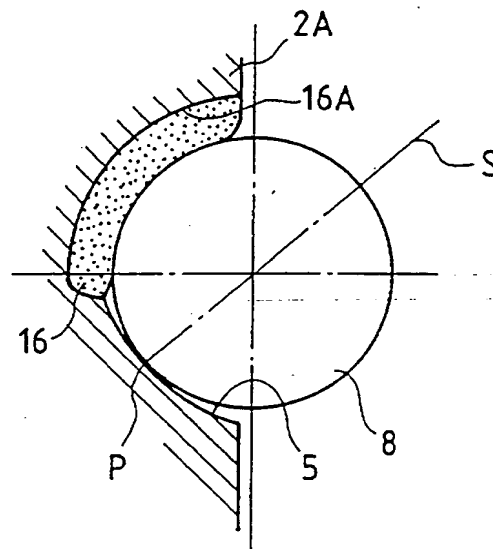


FIG. 16

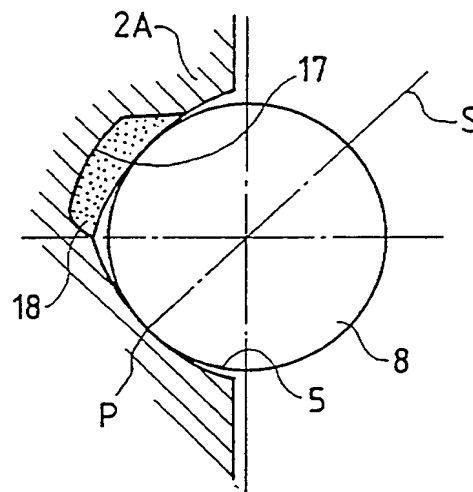
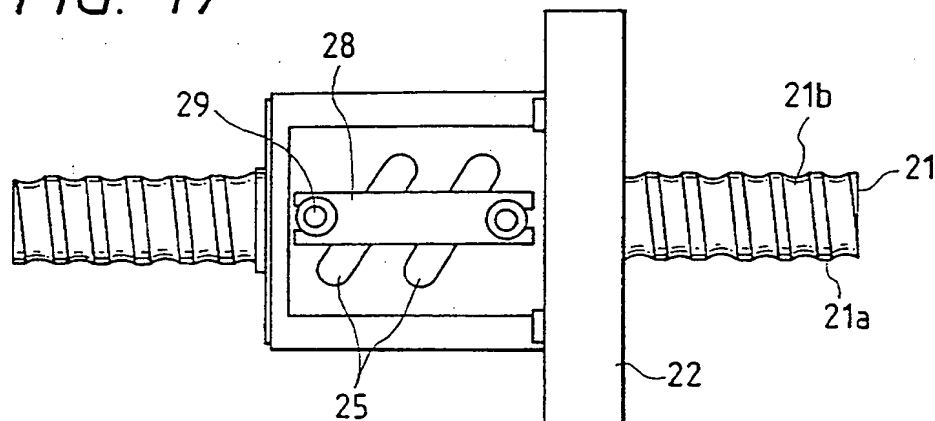


FIG. 17



This diagram shows a cross-section of a corrugated metal sheet 21. The sheet has a series of ridges 21a and valleys 21b. A fastener assembly 22 is shown passing through the sheet. The fastener assembly includes a head 22a and a shank 22b. The shank 22b is secured by a nut 23 and a washer 27. The fastener assembly is shown passing through the sheet 21 at a point where the ridges 21a and valleys 21b are present.

FIG. 20

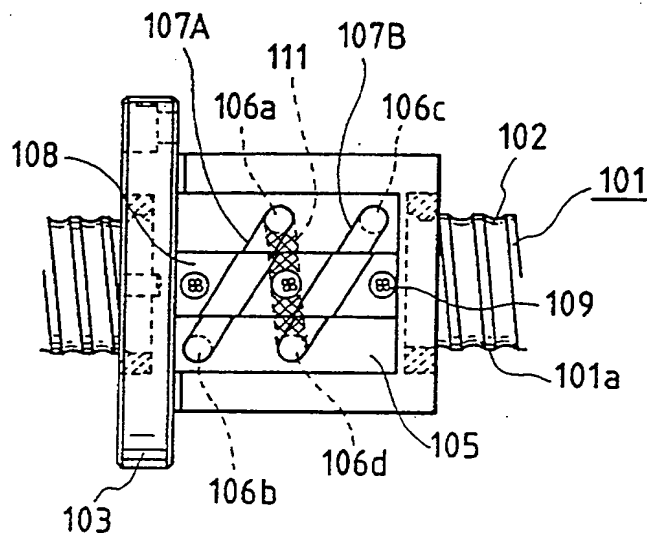


FIG. 21

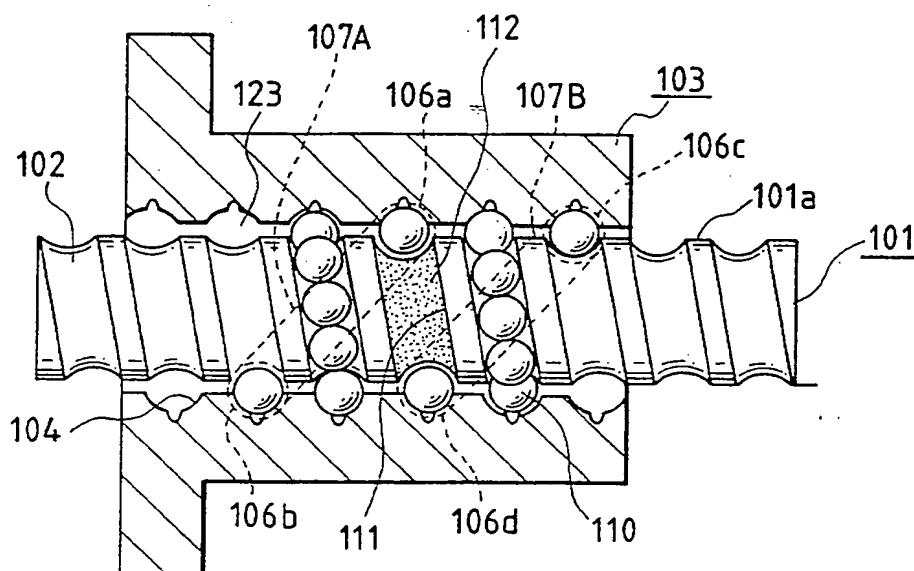


FIG. 24

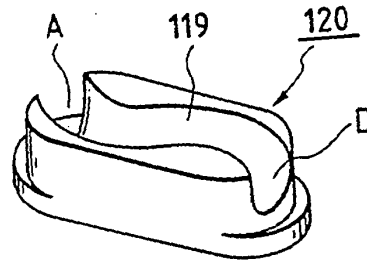


FIG. 25

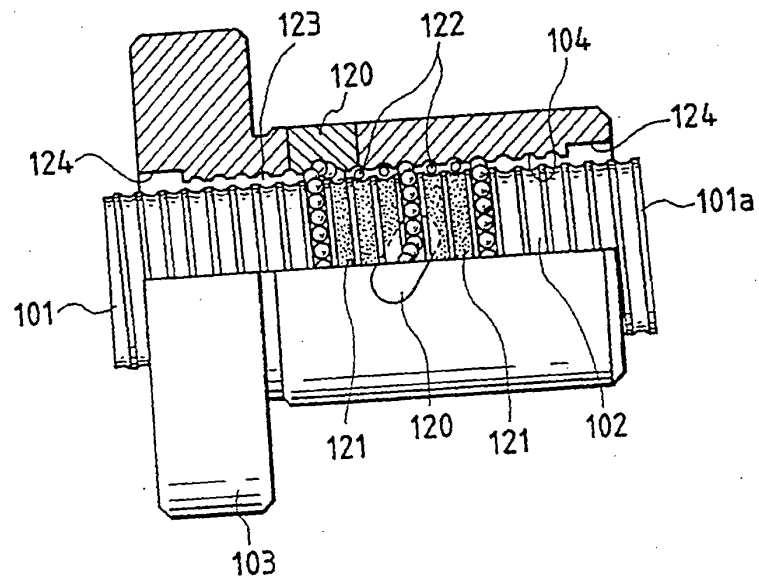


FIG. 26

